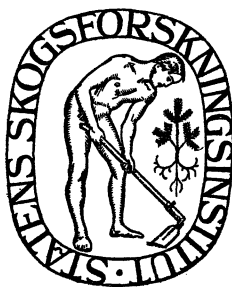


NÅGOT OM INSAMLINGSMETODIKEN VID MARKFAUNAUNDERSÖKNINGAR

ÜBER DIE EINSAMMLUNGSMETHODIK BEI UNTERSUCHUNGEN DER BODENFAUNA

AV

KARL HERMAN FORSSLUND



MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 37 · Nr 7

Centraltr., Esselte, Stockholm 1948

842115



Karl-Herman Forsslund

Något om insamlingsmetodiken vid mark-faunaundersökningar

Vid undersökningar över markens djurliv ha under de senaste 25 åren automatiskt verkande insamlingsapparater i stor utsträckning kommit till användning. Från början voro dessa ej avsedda till kvantitativ insamling av djurbeståndet i vissa prov utan endast att användas som ett bekvämt hjälpmedel att på ett tidsbesparande sätt få fram smärre djur ur olika slags substrat, såsom mossor, förna, humus etc., vilket allt vanligen först sållades. Härvid uppdagades oanade mängder djur, och detta ledde till tanken att man på detta sätt skulle kunna fastställa de olika djurformernas individantal, vilket skulle vara av den största vikt att känna för förståelsen av djurens betydelse för markprocesserna. Flera olika typer av dessa apparater ha konstruerats och beskrivits (litteraturhänvisningar se FORSSLUND 1943 s. 74 ff.; GHILAROV 1941, THORSON 1946 s. 28). Men egendomligt nog har denna metod så gott som alltid godtagits utan kritisk prövning av dess effektivitet. Mig veterligt har endast en gång en jämförande undersökning mellan olika apparaturer utförts, vilket skedde på statens skogsforskningsinstitut i början av 1930-talet (TRÄGÅRDH och FORSSLUND 1932). Härvid framkom bl. a. det viktiga resultatet, att den ofta okritiskt använda lampmetoden är oduglig för prov från djupare markskikt eller skuggiga lokaler, medan den är nödvändig för prov från starkt exponerade lägen. Men även denna undersökning hade sin svaghet, då även som jämförelsebas användes apparatbehandlade prov. För att få en riktig bild av det verkliga djurantalet bör man naturligtvis försöka fastställa detta i obehandlade prov eller genom att räkna antalet kvarvarande, döda djur i de behandlade proven. Den senare möjligheten måste dock avskrivas dels emedan det ej kan avgöras om djuren dött under behandlingen eller före densamma, dels emedan många former torka ihop till oigenkännlighet och därför ej kunna återfinnas. Och den förstnämnda möjlig-

heten har ansetts stöta på så stora praktiska svårigheter, att ingen hittills har velat ge sig i kast med den.

Problemet om apparaturens effektivitet är dock av så stor betydelse för markfaunaforskningen, att jag ansett det nödvändigt att åtminstone göra ett försök att få mera klarhet i frågan än man ännu har. En viss detalj i tidigare insamlingsresultat har gjort detta behov särskilt starkt. Ungformerna av vissa kvalster ha nämligen genomgående varit så onaturligt få, att flertalet av dem måste ha råkat ut för en katastrof, och denna kan inte gärna bestå i annat än att djuren torkat ihjäl i proven under behandlingen. Enda sättet att få klarhet i om så har varit fallet synes mig vara att genom direkt undersökning av obehandlade prov fastställa det verkliga djurantalet. En dylik undersökning har därför utförts. I samband därmed har även gjorts en jämförelse mellan olika provstorlekar. Man kan förutsätta, att ju större proven äro, desto flera djur torka ihjäl innan de hinna ut och desto sämre blir alltså insamlingsresultatet. Dessutom ge alltför stora prov så stora djurmängder, att de icke kunna bearbetas kvantitativt inom rimlig tid. Man bör därför försöka finna en provstorlek, som är så liten som möjligt samtidigt som den ger en representativ bild av faunans sammansättning på de olika lokalerna. Givetvis får man räkna med att denna minimistorlek icke är densamma för alla marktyper.

Det insamlade djurmaterialet har bestämts av mig själv med undantag av collembolerna (hoppstjärtarna), vilka bestämts av fil. dr HUGO ÅGREN, Nockeby. Jag vill här framföra mitt tack till doktor ÅGREN för hans arbete.

Undersökningsområde

Undersökningen har varit förlagd till en av de tidigare behandlade lokalerna, nämligen Nymyrtjälen på Svartbergets försökspark, Degerfors socken, Västerbotten (FORSSLUND 1943, lok. V). Beståndet, som ej är rört sedan 1925, utgöres av tämligen väl sluten granskog av *Vaccinium*-typ med insprängd tall, björk, asp, sälg och rönn. Dess medelålder är nu ca 170 år.

Fältskiktet domineras av blåbär och lingon, vilka uppträda rikligt—ymnigt. På provställena antecknades dessutom enstaka *Linnaea*, *Melampyrum* sp., *Deschampsia flexuosa* (prov 3—4 spridd) samt *Luzula pilosa*. Bottenskiktet består av täckande mossor; här överväger *Hylocomium splendens* (= *proliferum*) i växlande grad blandad med *Pleurozium Schreberi* (= *H. parietinum*), *Polytrichum commune*, *Dicranum*-arter och *Ptilium crista castrensis*. Mosstäckets tjocklek är 4—8 cm.

Enligt tidigare analyser spelar avfall från lövträden en stor roll i fallförnan på denna lokal. Det har fastställts till drygt 60 % av torrvikten, men dess andel torde variera. Resten kommer huvudsakligen från barrträden och

består till största delen av granbarr. — Humustypen är fibrös mår. På provställena har ingen skarp gräns varit utbildad mellan F- och H-skikten, varför de behandlats tillsammans. Humuslagrets djup växlar mellan 3,5 och 5 cm.

Provrens torrvolymvikt (tab. 1) är föga växlande, i synnerhet visar den god

Tabell 1. Markprovrens torrvolymvikt och vattenhalt. Gram per cm³.
Trockenvolumengewicht und Wassergehalt der Bodenproben. Gramm pro cm³.

Prov Probe	1 A	1 B	2 A	2 B	3 A	3 B	4 A	4 B	5 A	5 B	Medel- tal Mittel
Torrvolymvikt. Trockenvolumen- gewicht.	0,073	0,090	0,105	0,102	0,083	0,082	0,081	0,099	0,095	0,093	0,090
Vattenhalt. Wassergehalt	0,127	0,139	0,125	0,273	0,177	0,168	0,229	0,235	0,126	0,153	0,175

överensstämmelse inom de olika provparen. Dess gränsvärden äro 0,073 och 0,105 och medeltalet 0,090, vilket tyder på rätt stor luckerhet hos humustäcket. Vattenhalten är mera ojämn (tab. 1), ehuru även här överensstämmelsen är god inom provparen utom i ett fall. Prov 2 B innehåller mer än dubbelt så mycket vatten som 2 A; sannolikt beror detta åtminstone delvis på att humusen i det förra provet var mera omvandlad och därför mera vattenkvarhållande än i det senare, och i någon mån kanske också det förhållandet bidrar, att 2 B innehöll avsevärt flera djur.

Vid detta tillfälle utfördes inga pH-bestämningar. Tidigare bestämningar ha givit värden på 4,1—5,3 för F-skiktet, 3,8—4 för H-skiktet.

Metodik

Vid de undersökningar över markfauna, som hittills publicerats, ha proven i allmänhet varit alltför stora, och man kan utan tvivel påstå, att förlustprocenten ofta varit mycket hög (jfr FORSSLUND 1943 s. 74 ff.). Detta beror naturligtvis inte bara på provstorleken utan också på andra brister i tekniken, såsom för hög temperatur i apparaterna, för svag förstoring vid tillvaratagandet av djuren etc. Även vid statens skogsforskningsinstitut togos under den första tidens markfaunastudier alltför stora prov, ca 800 cm³. Vid de undersökningar, som förf. utfört i Västerbotten (FORSSLUND 1943), minskades proven till ca 100 cm³ för humuslagret (endast detta lager beröres här), men även dessa prov gävo så stora djurmängder att bearbetningen blev mycket tidsödande. Det framstod därför som ett önskemål att minska provstorleken ytterligare.

Då det inte på förhand kunde avgöras, om mindre prov skulle bli tillräckligt representativa med hänsyn till det insamlade djurbeståndet, måste en

jämförande undersökning göras. Denna utfördes dels med samma provstorlek (100 cm^3) och med samma slag av trattapparater som tidigare, dels med endast 24 cm^3 stora prov (för att volymen lättare skulle kunna bestämmas exakt valdes ett med 3 jämnt delbart tal) och med apparater av en nykonstruerad typ. Dessa senare bestå av enkla blecktrattar, 15 cm höga, 12 cm i övre och 1 cm i nedre diameter, vilka placeras i hål i träställningar. Dessa senare äro 6 cm höga och bestå av ett $54 \times 14\text{ cm}$ stort överstycke med plats för tre trattar i varje samt ett stycke vid varje kortända, vilket är fäst vid överstycket med gångjärn och kan fällas in då apparaterna inte användas. Ställningen stabiliseras av en löstagbar masonitskiva vid ena långsidan. Ovanpå trattarna placeras såll med en diam. av 10 cm , vilande mot trattkanten med 3 st. nabbar. Under trattpipen sättes som vanligt en glasskål med 70 % alkohol. Proven ha fått självtorka i rumstemperatur.

Vid provtagningen har ett sammanhängande stycke humus tagits hem till laboratoriet och där delats upp i ett stycke på 100 cm^3 för en större tratt, 1 stycke på 24 cm^3 för en mindre tratt samt 1—2 stycken på 1 cm^3 , vilka sistnämnda lagts i spritskålar för direkt undersökning under preparermikroskop vid i allmänhet $50 \times$ förstoring. Prov 1—4 ha tagits genom hela humuslagret, och härvid har av de 1 cm^3 stora proven ett uttagits ur provets övre och ett ur dess nedre del. Prov 5 är taget endast ur humuslagrets övre del till ett djup av 1 cm ; här har endast ett 1 cm^3 stort prov tagits.

De olika provstorlekarna betecknas nedan på följande sätt: A = 100 cm^3 , B = 24 cm^3 , C1 = 1 cm^3 från provets övre del, C2 = 1 cm^3 från provets nedre del.

De nedan redovisade proven äro endast 5 st. för var och en av de två större provtyperna och 9 st. för den minsta. Detta antal kan synas alltför litet och det torde knappast räcka för en fullt tillfredsställande statistisk bearbetning. Dock anser jag att resultaten av denna lilla undersökning visa en så klar tendens, att jag redan nu vill fästa uppmärksamheten vid saken, då insamlingstekniken är av avgörande betydelse för markfaunaforskningen.

Kvantitativa jämförelser mellan de olika proven

Individantal (abundans). I tabell 2 lämnas en översikt av individantalet i de olika provtyperna, omräknat till antalet exemplar per cm^3 . Endast leddjuren ha tagits med, då övriga djur endast rent tillfälligt komma fram i apparater, som bygga på uttorkningsprincipen.

I A-proven är faunan rik med 11,9—19,7, i medeltal 15 ex. per cm^3 . Som vanligt i dylik mark utgöra acarider (kvalster) och collemboler (hoppstjärter) huvudparten av denna del av faunan, övriga leddjur (spindlar, bladlöss, larver av skalbaggar och tvåvingar) komma endast upp till några få procent av individantalet. Acariderna överväga starkt över collembolerna,

Tab. 2. Individentantal per cm³ i de olika provtyperna.Individuenzahl pro cm³ der verschiedenen Probtypen.

Provtyp Probtyp	A				B				C 1			C 2			C
	Max.	Med.	Min.	% av C Med.	Max.	Med.	Min.	% av C Med.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Med.
Totalsumma.	19,7	15,0	11,9	25,7	28,4	20,9	15,3	35,9	95	73,6	51	70	43	15	58,3
Gamasider...	1,0	0,7	0,3	52,1	1,0	0,7	0,3	48,6	3	2,2	2	1	0,6	0	1,4
Trombidier.	7,2	4,6	2,1	31,2	12,9	7,7	3,9	51,9	30	20,2	4	13	9,5	5	14,6
Tjockhudade oribatider.	2,8	2,2	1,1	55,0	4,2	2,5	1,0	62,5	9	4,8	1	7	3,3	1	4,0
Dickhäutige Ori- batiden															
Tunnhudade oribatider.	5,0	3,1	2,2	16,6	6,4	5,1	2,4	27,0	35	23	9	27	15,5	2	18,9
Dünnhäutige Oribatiden															
Collemboler..	5,3	4,0	2,4	23,5	6,2	4,6	2,1	26,9	37	22	11	25	12	4	17
Övr. leddjur. Öbrige Glieder- tiere	0,6	0,3	0,1	12,3	0,7	0,4	0,1	15,9	7	2,4	0	5	2	1	2,2

de utgöra ca 71 (62—80) % mot collembolernas 27 (16—37) %. I tabellen ha oribatiderna (hornkvalstren) uppdelats i tjockhudade och tunnhudade, emedan dessa båda kategorier tydligt reagera olika mot växlingar i luftfuktigheten, vilket är av största betydelse i detta sammanhang. Den förstnämnda kategorien utgörs av fullbildade exemplar, till den senare ha förts alla ungformer samt ex. tillhörande släktena *Palaeacarus* och *Brachychthonius*; dessutom ha av praktiska skäl två arter tillhörande gruppen *Acaridae* inräknats här. De tunnhudade oribatiderna överväga över de tjockhudade med endast drygt 1 ex. per cm³.

I B-proven ha här ifrågavarande djurformer massförekomst i 3 av de 5 proven, och i de 2 återstående är faunan rik. Medeltalet uppvisar följaktligen också massförekomst och överstiger A-provens med nära 6 ex. per cm³. Med undantag av de i allmänhet livliga gamasiderna, vilka hållit sig konstanta, visa maximi- och medeltalen för alla övriga grupper högre belopp än hos A-proven. Detsamma gäller minimitalen utom i ett par fall, men skillnaden är där så obetydlig att den utan tvivel kan hänföras till den naturliga variationen. Acariderna ha här en större relativ abundans än i A-proven, de utgöra ca 77 (72—82) % av hela individantalet. Detta beror främst på en stark ökning av de små, ömtåliga trombididerna men även av de tunnhudade oribatiderna. Till följd härav har collembolernas procentuella andel minskat, den är ca 22 (14—27) %, ehuru även denna grupp ökat i absolut antal. Också

de tjockhudade oribatiderna och övriga leddjur uppvisa ökning, ehuru i mindre grad.

Markfaunans sammansättning och individantal kan växla från fläck till fläck inom rätt vida gränser (se FORSSLUND 1943 s. 147 ff.). Detta är helt naturligt, då ju marken själv alls inte är homogen utan visar större eller mindre skillnader från fläck till fläck även inom begränsade områden, beroende på flera faktorer såsom den ovanjordiska vegetationen och därmed förnans beskaffenhet och dennas samt solljusets och nederbördens fördelning på marken, humustäckets och mineraljordens genomsläpplighet för vatten, markens lutning m. m. Av stor betydelse för djurlivet är också markens svampflora, som kan vara mycket omväxlande. Man kan alltså inte vänta, att prov på markfaunan skola vara helt överensstämmande ens då de tagits nära intill varandra.

Det större individantalet i B-proven är dock så genomgående, att man trots provens ringa antal inte kan anse det bero på tillfälliga växlingar i substratet. Särskilt betydelsefullt är att ökningen främst gäller små former, som äro mycket känsliga för uttorkning. Till stor del äro också dessa djur tröga i sina rörelser, och den enda förklaringen till det lägre antalet i de större proven måste därför vara, att djuren där inte i lika stor utsträckning som i de mindre hinna ut ur substratet innan uttorkningen gått så långt att de torka ihjäl.

Helt andra siffror uppvisa C-proven. I tab. 3 redovisas totalsumman djur för alla prov. Det framgår därav att individantalet i samtliga fall utom ett ligger över A- och B-provens maximala. Det C-prov, som innehöll endast 15 ex., var mycket torrt (den exakta fuktighetshalten kunde vid provtagningen tyvärr inte fastställas), varför flertalet djur utan tvivel vandrat ut därifrån till en lämpligare plats i omgivningen. Härigenom blir medeltalet för alla C-prov något lägre än det borde ha varit vid normal fuktighet hos alla prov,

Tab. 3. Totala individantalet leddjur per cm³.
Die totale Individuenzahl der Arthropoden pro cm³.

Prov nr Probe N:r	1	2	3	4	5
Provtyp A..... Probetyp A	14,6	11,9	14,1	14,6	19,7
» B.....	15,5	28,4	15,3	22,9	22,7
» C 1.....	51	95	94	57	71
» C 2.....	70	57	30	15	—
» C med.....	60,5	76	62	36	71

men det är ändå så högt som 58,3 ex., mer än dubbelt så högt som det rikaste trattprovets totalsumma. A-provens medeltal utgör endast ca $\frac{1}{4}$, B-provens drygt $\frac{1}{3}$ av C-provens. Detta kan också uttryckas så, att den totala förlustprocenten hos A-proven är ca 74 %, hos B-proven ca 64 %.

I C-proven är det procentuella förhållandet mellan acarider och collemboler ungefär detsamma som i A- och B-proven, dock är de förras andel något mindre, i medeltal 66,9 (62,9—72,4) % och de senare något större, i medeltal 29,9 (22,4—34,7) %. — Siffrorna för de olika smärre grupperna uppvisa dock stora skillnader (tab. 2). Så innehålla A-proven genomsnittligt drygt hälften så många gamasider och tjockhudade oribatider som C-proven, av trombidider knappt $\frac{1}{3}$ och av collemboler knappt $\frac{1}{4}$; av tunnhudade oribatider ha endast 16,6 % och av övriga leddjur 12,3 % kommit med. I B-proven äro gamasiderna ungefär lika många som i A-proven, trombididerna ha ökat till drygt 50 % av C-provens antal, de tjockhudade oribatiderna till drygt 60, de tunnhudade till 27, collembolerna till 26,9 och övriga leddjur till 15,9 %. — Förhållandet mellan tjock- och tunnhudade oribatider är i C-proven ett helt annat än i trattproven (tab. 2). I C-proven äro de tunnhudade mer än 4 gånger individrikare än de tjockhudade, i trattproven högst ca 2 gånger. C-provens siffror giva naturligtvis den riktigare bilden av verkligheten.

Som ovan nämnts ha C₁-proven tagits från humustäckets övre, C₂-proven från dess nedre del. De förra ha i alla prov utom ett högre individantal än de senare (tab. 3), vilket överensstämmer med det tidigare påvisade förhållandet, att F-skiktet i allmänhet har ett rikare djurliv än H-skiktet (FORSSLUND 1943 s. 162). Detta gäller alla djurgrupper.

De olika djurformernas volym. Det är alltså tydligt, att vissa djurgrupper vid behandlingen med trattapparater ha drabbats av större förluster med hänsyn till individantalet än andra. Antalet individ säger dock ingenting om de olika djurformernas beskaffenhet, och det är därför av värde att också ha ett annat mått på faunan. Denna synpunkt har redan tidigare uppmärksamats av ett par författare. Så har BORNEBUSCH (1930) bestämt vikten av djuren i sitt material. Denna bestämning har utförts med levande exemplar, en metod som dock knappast kan ge tillräckligt exakta värden. De äkta markdjuren förlora nämligen vatten genom avdunstning relativt hastigt då de tagas upp i luften. Om man t. ex. betraktar ett hornkvalster, som tagits direkt ur humustäcket, under mikroskop, ser man att en luftblåsa mycket snart bildas under bakkroppens (hysterosomas) dorsala framkant och undan för undan utvidgas tills den fyller praktiskt taget hela kroppen och djuret avlider. Detta går olika hastigt hos olika arter. Jag har ännu inte utfört några egentliga försök över detta problem men kan nämna ett par iakttagelser. Några hornkvalster lades i glasskålar i ett rum, där luftfuktigheten under

försökstiden var 65—77 % och temperaturen +16—21° C. Av 3 ex. *Oppia neerlandica* Oud. dog ett efter 3 timmar, 2 efter 6 timmar, 5 ex. *Ceratozetes thienemanni* Willm. dogo efter 5—10½ timmar. Båda dessa arter tillhöra humuslagret, följande förekomma huvudsakligen i S-skiktet. 1 ex. *Chamobates schiitzi* Oud. levde i 4 dygn, 3 ex. *Achipteria punctatum* Nic. i 6 dygn och 1 ex. *Pelops* sp. likaså i 6 dygn. 7 ex. av *Phauloppia conformis* Berl., vilken art huvudsakligen lever bland lavar och mossor på trädstammar, klippor o. dyl. och får betraktas som utpräglad xerofil, förvarades i en öppen glasskål med torra lavar i ett boningsrum och voro ännu efter 60 dygn fullt aktiva. AGRELL (1941 s. 107) anför några siffror över vissa collembolarters resistens i en luftfuktighet av 55—62 %. Det framgår härav, att en del i humuslagret vanliga arter endast uthärda några få minuter, lägst 3—4.

ULRICH (1933) har i stället för vikten använt djurens volym, vilket enligt min uppfattning är vida lämpligare. Hans bestämningar av denna får man dock beteckna som väl approximativa. Han skriver härom (s. 290): »Diese Grössen habe ich durch zahlreiche Messungen mit dem Objektmikrometer ermittelt und daraus das Körpervolumen in der Weise errechnet, dass ich die langgestreckten Tiere als Zylinder betrachtete, deren entsprechende mittlere Grundfläche (ohne Extremitäten gemessen) mit der Länge multipliziert wurde, während die mehr runden und kugeligen Tiere (z. B. manche Milben) als Elipsoide behandelt sind.» Att utföra absolut exakta volymbestämningar av alla djur i proven skulle givetvis vara ett alltför vidlyftigt arbete, men något noggrannare bestämningar än ULRICHs torde man kunna genomföra utan för mycket besvär och tidsspillan. Själv har jag förfarit på följande sätt. Djurmaterialet har uppdelats i olika formgrupper, exemplar med ungefär samma kroppsform ha alltså förts till samma grupp. Inom varje grupp har ett exemplar uttagits och uppmätts till sina olika delar med tillhjälp av en okularmikrometer. Med ledning av de därvid erhållna måtten har sedan en starkt förstörad modell utförts av modellera och volymen av denna har sedan bestämts genom nedsänkning i vatten i ett mätglas. På detta sätt får man mot varandra svarande längd- och volymmått för varje formgrupp. Med tillhjälp av dessa kan man sedan räkna ut volymen hos övriga exemplar, sedan man mätt deras längd, enligt formeln
$$\frac{v_1}{l_1^3} \cdot l_2^3 = v_2,$$

där v_1 och l_1 beteckna volym och längd hos modellen, v_2 och l_2 volym och längd hos det exemplar, som ska volymbestämmas. — Som typer för de formgrupper, som ansetts nödvändiga i detta fall, ha valts: *Erigonidae*, juv., *Pergamasus lapponicus* Träg., *Parazercon radiatus* Berl., *Nanhermannia nana* Nic., *Neonothrus humicola* Forssl., *Oppia neerlandica* Oud., *Carabodes labyrinthicus* Mich., *Scheloribates confundatus* Selln., *Achipteria italicum* Oud., *Phthiracarus boresetosus* Jac., *Isotoma* sp., *Megalothorax minimus* Will.,

Tab. 4. Djurbeståndets volym i mm³ i de olika provtyperna.
Das Volumen des Tierbestandes in mm³ der verschiedenen Probetypen.

	A					B					C			
	Max.	Med.	Min.	% av C Med.	Med.- volym per ex.	Max.	Med.	Min.	% av C Med.	Med.- volym per ex.	Max.	Med.	Min.	Med.- volym per ex.
Totalsumma.	0,079	0,069	0,063	55,6	0,0044	0,113	0,086	0,053	69,4	0,0031	0,226	0,124	0,054	0,0024
Gamasider...	0,011	0,009	0,007	100,0	0,0105	0,011	0,006	0,002	66,7	0,0109	0,020	0,009	0,000	0,0045
Trombidiider	0,007	0,005	0,004	45,6	0,0015	0,007	0,006	0,006	54,5	0,0013	0,021	0,011	0,004	0,0009
Oribatider...	0,024	0,019	0,014	41,3	0,0030	0,023	0,019	0,014	41,3	0,0023	0,078	0,046	0,022	0,0016
Collemboler	0,028	0,019	0,010	48,7	0,0033	0,022	0,016	0,011	41,0	0,0031	0,065	0,039	0,015	0,0029
Övr. leddjur.	0,031	0,018	0,007	66,7	0,1659	0,067	0,028	0,007	103,7	0,0992	0,076	0,027	0,000	0,0165
Öbrige Glieder- tiere														

Staphylinidae, larv, *Cantharidae*, larv, *Cecidomyidae*, larv. Det säger sig självt, att även de på detta sätt beräknade volymerna måste bli mycket ungefärliga.

Tab. 4 ger en sammanställning av de utförda volymbestämmningarna, vilka inskränka sig till proven 3—5. På två undantag när ligga även i detta avseende C-provens värden över A- och B-provens, dock alls ej lika mycket som när det gäller individantalen. Den genomsnittliga förlustprocenten ligger här alltid under 60, för totalsummorna är den för A-proven ca 44, för B-proven ca 30 %. Inom de olika djurgrupperna är den ibland mindre för A än för B, trots A-provens genomgående lägre individantal. Orsaken härtill och till C-provens minskade överlägsenhet framgår av den kolumn i tabellen, som anger medelvolum per djurexemplar. Denna volym stiger med ökad provstorlek (med undantag av gamasiderna i B). Hos trombidiider och oribatider är den nästan dubbelt så stor i A som i C, hos gamasider betydligt mer än dubbelt och hos »övriga leddjur» hela tio gånger större. Hos collembolerna däremot är skillnaden obetydlig. B-proven inta en mellanställning. Förklaringen härtill måste vara att det i främsta rummet är de små djurformerna som gå under vid behandlingen med trattapparater och därför bli starkt underrepresenterade i dithörande prov. Men även en annan omständighet måste spela in, nämligen att man får med ett större antal stora djur ju större proven äro. Detta är ju självklart. Ju större djuren äro, desto större »livsrum» behöva de och desto mindre bli utsikterna att påträffa dem i de små proven (jfr GHILAROV 1944).

Kvalitativa jämförelser mellan de olika proven

Det har ovan framhållits, att proven måste vara så stora att deras djurbestand ger en representativ bild av markfaunans sammansättning på den

undersökta lokalen. I första hand måste man ställa det kravet, att karaktärsarterna skola förekomma i normala proportioner.

Innan jag går in på en jämförelse mellan de olika proven och provtyperna vill jag i största korthet definiera några termer, som komma att användas i det följande. En arts konstans inom ett område anges med ett tal, som uttrycker i hur stor procentsats av de undersökta proven arten är påträffad. Med hänsyn till konstansen brukar man indela de ifrågavarande organismerna i olika grupper. Olika indelningar ha förekommit härvidlag. Inom zoologien har den indelning kommit till användning, som uppställts av BROCKMANN-JEROSCH (1907). Denna omfattar följande konstansgrader: konstanta arter, vilka förekomma i mer än 50 %, accessoriska arter i 25—50 % och accidentella arter i mindre än 25 % av de undersökta proven. — Individantalet eller abundansen anges med abundanstal, vilka beteckna antalet exemplar per cm³ av substratet (jfr FORSSLUND 1943 s. 87). För de smärre leddjuren från markskikten har jag uppställt följande abundansgrupper:

I.	Abundanstal	< 0,1	Förekomst	enstaka
II.	»	0,1—0,2	»	sparsam
III.	»	0,3—0,7	»	talrik
IV.	»	0,8—2,5	»	riklig
V.	»	> 2,5	»	ymnig

} massförekomst

Som *dominerande arter* räknas de till abundansgrupperna III—V hörande arterna. Karaktärsarter för lokalen äro de dominerande arter, som äro konstanta. — Inom djursociologien räknas i allmänhet mera med dominansen än med abundansen. Dominanstalet uttrycker hur många procent en arts individantal utgör av provets totala individantal. Även i detta fall har en gruppindelning företagits (PALMGREN 1930, KROGERUS 1932): domnanter utgöra mer än 5 %, influenter 5—2 % och recedenter mindre än 2 % av totalsumman. Härom skriver RENKONEN (1938 s. 197): »Es sind zweifellos recht zweckmässige Begriffe, ihre Grenzen sind aber in casu zu definieren.» Som framgår av hans material kan detta betraktelsesätt vara ändamålsenligt (se även RENKONEN 1944 s. 70), men för mina prov äro ovan angivna gränser väl lämpade. För prov från ett så jämförelsevis enhetligt substrat som humuslagret anser jag dock abundansen eller den absoluta dominansen säga mer om djurbeståndens natur än den relativa. Gäller det däremot jämförelser mellan t. ex. markskikten och fält- och trädskikten kan man naturligtvis endast använda relativa dominanssiffror.

Vid efterföljande kvalitativa jämförelser komma endast grupperna gamasider, oribatider (inkl. *Schwiebia* sp. och ännu en till gruppen *Acaridiae* hörande art) och collemboler att beaktas. Trombidiiderna ha tyvärr ej kunnat

bli artbestämda. Övriga djur bestå huvudsakligen av larver och andra ungförmer, som ännu äro okända. Även bland oribatiderna finnas många arter, vilkas ungdomsstadier ej kunna identifieras, varför man i dessa fall endast kan ta hänsyn till de fullbildade djuren.

Artantal. Av ovannämnda grupper ha sammanlagt 68 arter påträffats, därav 52 acarider och 16 collemboler, av vilka 35 resp. 12 äro gemensamma för A- och B-proven. A-proven innehålla 28,8 (21—37) acarid- och 9,0 (7—12) collembolarter per prov, B-proven 19,8 (14—23) resp. 7,6 (6—11). Av båda grupperna har A 37,8 (28—47) och B 27,4 (21—34) arter per prov, A har alltså i medeltal 10,4 eller 27,5 % arter mera än B. Detta är ju med hänsyn till provens ringa antal en rätt stor övervikt för A. Men granskar man de arter, som finnas endast i den ena provtypen, finner man att de sakna all betydelse för karaktärisering av faunan. I A finnas 16 acarider och 2 collemboler, som saknas i B. Av dessa äro alla accidentella och enstaka utom en (*Eobrachychthonius sexnotatus* Jac.), som även den uppträder enstaka men har konstanstalet 60. Endast i B uppträda 2 acarider och 2 collemboler, vilka likaledes äro accidentella och enstaka med undantag av en sparsamt uppträdande collembol. Det lägre artantalet i B-proven måste dock betraktas som en viss underlägsenhet, då det ger intryck av en artfattigare fauna än den som verkligen finns.

Det faller av sig självt att de 1 cm³ stora C-proven äro alldeles otillräckliga för en kvalitativ bedömning. I de från humuslagrets översta del tagna C1-proven ha påträffats sammanlagt 28 arter; i medeltal finnas 12,2 (9—16) arter per prov. Motsvarande siffror för de från humuslagrets nedersta del härstammande C2-proven äro sammanlagt 18 arter och 8,0 (4—12) per prov. Detta innebär, att C1-proven innehålla 67,7 % arter mindre än A och 55,5 % mindre än B, C2-proven 78,8 % mindre än A och 70,8 % mindre än B.

Konstans och abundans (absolut dominans). Av de 68 acarid- och collembolarterna ha 22 samma konstans i A som i B. För 38 arter är konstansen i A större än i B. Dock är övervikten för A avsevärd endast för 6 arter, vilka alla äro enstaka—sparsamma, för alla övriga är denna övervikt endast 1—2 prov. 62 arter eller 91,2 % av samtliga kunna därför sägas ha samma eller nästan samma konstans i båda provtyperna. Beträffande abundansen tillhöra 50 arter de två lägsta grupperna i samtliga prov, de uppträda alltså enstaka—sparsamt och äro aldrig dominerande. Hos flertalet av dessa är också konstansen låg. 28 st. äro accidentella eller accessoriska i båda provtyperna A och B, 17 st. i endera av dessa. Det förtjänar framhållas, att vissa av de senare ha 100 % konstans i A-proven, nämligen: *Suctobelba sarekensis* Forssl. (i B 40), *S. subcornigera* Forssl. (i B 20) och *Chamobates schützii* Oud. (i B 40). Återstående 5 arter äro konstanta i båda provtyperna med följande konstanstal: *Brachychthonius perpusillus* Berl. 100—100, *B.*

piluliferus Forssl. 60—80, *Oppia translamellata* Willm. 60—60, *Scheloribates confundatus* Selln. 80—60, *Paramura sexpunctata* Axels. 60—60. De uppträda alltså ofta i den skogstyp, det här är fråga om, men spela genom sin låga abundans ingen större roll.

Största intresset i detta sammanhang ha de arter, som äro dominerande i åtminstone något prov. De äro till antalet 18 (se tab. 5). Konstansen är genomgående hög (endast två arter äro i den ena provtypen accidentella) och i stort sett nära överensstämmande i båda provtyperna. 12 av de 18 arterna ha samma konstanstal i A och B, 4 har något högre i A än i B och 2 något högre i B än i A. Man kan därför anse, att de mindre B-proven lämpa sig i det närmaste lika väl som de större A-proven när det gäller fastställande av konstansen för de dominerande arterna.

Abundansen är betydligt mera växlande. Vissa arter komma endast i ett eller ett par prov upp i abundansgrupp III (*Veigaia kochi* Träg., *Digamasellus bisetus* Berl., *Trachytes minima* Träg., *Nanhermannia nana* Nic., *Micranurida pygmaea* Börn., *Megalothorax minimus* Will.) eller obetydligt högre (*Brachychthonius jugatus* Jac.). Deras genomsnittliga abundanstal stanna därför inom grupperna I och II. Av denna anledning synes det mig riktigast att stryka dem som dominerande arter, även om de böra tillmätas en viss betydelse på grund av sina höga konstanstal. De genomsnittliga abundanstalen äro i stort sett nära överensstämmande i mot varandra svarande A- och B-prov. — Ännu en art, *Tullbergia krausbaueri* Börn., tillhör genomsnittligt abundansgrupp II, ehuru den uppnår grupp III i ett A- och tre B-prov. B-proven visa i genomsnitt en svag övervikt över A men A har högre konstans.

Återstående arter kunna indelas i två kategorier. Den första av dessa har i jämförelse med den andra en mera svag och ojämn förekomst. Hit höra följande 5 arter: *Pseudanurophorus binoculatus* Ksen., konstant och talrik i A, accessorisk och enstaka i B. *Tectocephus velatus* Mich., 80 % konstans, sparsam i A, talrik i B; i de enskilda proven är abundansen ytterst växlande, från obefintlighet till stark massförekomst, vilket är typiskt för arten. *Parazercon radiatus* Berl., 100 % konstans, sparsam i A, talrik i B, men abundanstalen ligga mycket nära varandra. *Schwiebea* sp., 100 % konstans, sparsam i A, talrik i B. *Palaeacarus hystricinus* Träg., 100 % konstans, talrik med låga och nära överensstämmande abundanstal i A och B. För dessa arter är konstansen alltså på ett undantag när densamma i A och B, men de flesta ha högre abundans i B än i A.

De till den andra kategorien hörande arterna utgöra den lokala faunans verkliga kärngrupp. De äro också 5 till antalet: *Brachychthonius simplex* Forssl., *Oppia neerlandica* Oud., *Willemia anophthalma* Börn., *Onychiurus affinis* Ågren och *Isotoma minor* Schäff. Alla ha 100 % konstans i både A och B och uppträda som dominerande arter i samtliga prov. Genomsnittligt ha i A-

Tab. 5. De viktigaste djurarternas abundans, dominans och konstans.

Die Abundanz, Dominanz und Konstanz der wichtigsten Tierarten.

Abundans, Prov nr Probe Nr	<i>Veigaia kochi</i>	<i>Digamastellus bisetus</i>	<i>Paraceron radiatus</i>	<i>Trachytes minima</i>	<i>Schwiebia sp.</i>	<i>Nanherm. nana</i>	<i>Palaeacarus hystericus</i>	<i>Brachychth. simplex</i>	<i>Brachych. jugatus</i>	<i>Oppia neerlandica</i>	<i>Tectocephus velatus</i>	<i>Willemia anophthalma</i>	<i>Micranurida pygmaea</i>	<i>Oncichirus affinis</i>	<i>Tullbergia kransbaueri</i>	<i>Pseudanur. bimaculatus</i>	<i>Isotoma minor</i>	<i>Megalothorax minimus</i>
1 A.....	I	0,6	I	0	0,4	I	0,3	0,3	0,4	0,9	0	I, I	0	0,4	0, I	0	0,4	0
2 A.....	0, I	0	I	I	0,2	0	0,4	0,3	I	I, I	I	0,4	0	0,8	I	0,6	I, 0	I
3 A.....	0, I	I	0,4	I	0, I	0,3	0,3	0,8	0, I	I, 6	0,3	I	0,2	I, 6	0, I	0,4	2,4	0, I
4 A.....	0,2	I	0,2	0,3	0,3	0,2	0, I	0,4	I	I, 7	0, I	I	0	0,8	0,5	0,4	2,5	C, 4
5 A.....	I	0,2	0,4	I	0, I	0, I	0,2	I,3	0, I	I, 8	I	0,6	0, I	I,5	I	0, I	I,4	I
1 B.....	I	I	0, I	I	0,2	0	0,2	0,3	0,2	0,7	I	0,5	0	0,7	0	0	0,5	I
2 B.....	0,2	I	0,2	I	0,9	0	0,7	0,5	0, I	2, I	0	I,5	0	2,4	0	0	I, 0	0
3 B.....	0, I	I	0,3	I	0,5	I	0, I	I,7	I	I,5	0,9	0,3	I	0,9	0,3	I	I,5	0,2
4 B.....	0,3	0,2	0,2	0, I	0,4	0,5	0, I	I,6	I	3,0	2,2	0,8	I	I,4	0,5	0	2,7	0,4
5 B.....	0	0, I	0,5	0	0, I	I	0,2	2,8	0,8	I,3	I	0,6	0,5	0,8	0,3	0,2	2,3	0, I
1 C I.....	0	I	0	0	I	0	0	I	0	0	0	0	0	6	0	0	2	0
2 C I.....	0	I	0	0	I	0	0	0	0	4	0	I	0	I4	3	0	2	I
3 C I.....	I	0	I	0	0	0	0	6	0	6	0	0	0	8	9	3	17	0
4 C I.....	I	0	I	I	5	5	I	2	0	2	I	2	0	5	0	0	12	2
5 C.....	I	0	I	0	I	2	0	9	I	3	0	4	0	6	0	0	3	3
1 C2.....	0	I	I	0	2	0	5	0	I	2	0	4	0	6	4	0	8	3
2 C2.....	I	0	0	0	2	0	4	I	0	5	0	I	0	2	0	0	10	0
3 C2.....	0	0	0	0	0	0	I	3	0	I	3	0	0	0	I	0	5	0
4 C2.....	I	0	0	0	0	0	0	0	0	I	0	0	0	0	0	0	4	0
Medeltal Mittel																		
A.....	0, I0	0, I7	0,25	0,09	0,27	0, I2	0,33	0,65	0, I4	I,46	0, I2	0,46	0,06	I,09	0,20	0,33	I,59	0, I2
B.....	0, I3	0, I0	0,30	0,05	0,47	0, I2	0,32	I,40	0,25	I,77	0,65	0,80	0, I2	I,28	0,23	0,06	I,65	0, I5
C.....	0,56	0,33	0,44	0, I I	I,33	0,78	I,22	2,44	0,22	2,67	0,44	I,33	0	5,22	I,89	0,33	7,0	I,0
Dominans, Medeltal % Mittel																		
A.....	I,0	I, I	I,6	0,6	I,9	I, I	2,3	4, I	0,9	9,8	0,8	3, I	0,5	7,3	I,3	2,4	10,8	0,8
B.....	0,7	0,5	I,6	0,3	2,2	0,6	I,2	6,9	I,2	8,3	3,3	3,6	0,5	6,0	I,2	0,3	7,9	0,9
Konstans																		
A.....	100	80	100	80	100	80	100	100	100	100	80	100	40	100	100	80	100	80
B.....	80	100	100	80	100	60	100	100	100	100	80	100	60	100	60	40	100	80
C.....	56	33	44	11	67	22	44	67	22	89	22	56	0	78	44	11	100	44

I = abundansgrupp I (förekomst enstaka).

Abundanzgruppe I (Vorkommen vereinzelt).

proven 3 arter massförekomst medan 2 äro talrika, i B-proven ha alla massförekomst. Alla abundanstal i B ligga högre än motsvarande i A.

I tab. 5 äro också siffror över den genomsnittliga relativa dominansen införda. Det framgår av dessa att dominanterna representeras av de arter, som ha abundanstal över 1,0, medan influenterna ungefär motsvara de talrikt förekommande arterna.

Om man ordnar de individrikaste arterna efter abundanstal, får man följande listor:

Provtyp	A	Abundans- tal	B	Abundans- tal
<i>Isotoma minor</i>		1,59	<i>Oppia neerlandica</i>	1,77
<i>Oppia neerlandica</i>		1,46	<i>Isotoma minor</i>	1,65
<i>Onychiurus affinis</i>		1,09	<i>Brach. simplex</i>	1,40
<i>Brachychthonius simplex</i>		0,65	<i>Onych. affinis</i>	1,28
<hr/>				
<i>Willemia anophthalma</i>		0,45	<i>Will. anophthalma</i>	0,80
<i>Palaeacarus hystricinus</i>		0,33	<i>Tectocephus velatus</i>	0,65
<i>Pseudanurophorus binoculatus</i>		0,33	<i>Schwiebea sp.</i>	0,47
(<i>Parazercon radiatus</i>		0,25)	<i>Pal. hystricinus</i>	0,32
			<i>Parazercon radiatus</i>	0,30
<hr/>				
	C	Abundans- tal	Konstans- tal	
	<i>Isotoma minor</i>	7,0	100	
	<i>Onych. affinis</i>	5,2	78	
	<i>Oppia neerlandica</i>	2,7	89	
	<i>Brach. simplex</i>	2,4	67	
	<hr/>			
	<i>Tullbergia krausbaueri</i>	1,9	44	
	<i>Schwiebea sp.</i>	1,3	67	
	<i>Will. anophthalma</i>	1,3	56	
	<i>Pal. hystricinus</i>	1,2	44	
	<i>Stagona xylostei</i>	1,1	33	
	<i>Megalothorax minimus</i>	1,0	44	
	<i>Veigaia kochi</i>	0,6	56	
	<i>Paraz. radiatus</i>	0,4	44	

På första och andra plats komma alltså samma arter i provtyperna A och B (angående C se nedan) fast i omvänd ordning, och detsamma gäller tredje och fjärde plats. På femte plats kommer samma art i både A och B.

Sammanfattningsvis kan sägas, att överensstämmelsen mellan A- och B-proven med hänsyn till de olika djurarternas konstans och abundans är så stor som man rimligtvis kan begära av ett material av denna beskaffenhet. Härav följer att de mindre B-proven få anses vara jämbördiga med de större A-proven i dessa hänseenden och alltså ge en lika representativ bild av faunans sammansättning som dessa. Beträffande abundansen ge de t. o. m. bättre resultat.

Som ovan framhållits kan man inte räkna med att grunda en undersökning av detta slag enbart på så små prov som C-proven, då alltför många av de större djurformerna bli uteslutna. Det är dock av intresse att närmare granska vad dessa prov här innehållit.

Acarid- och collembolarterna äro 31 st. och finnas alla också i A- och B-proven. Av dessa 31 arter förekomma 20 i endast 1—3 av de 9 C-proven, och i allmänhet uppträda de enstaka. Övriga ha högre abundans och konstans (se tab. 5), och särskilt intressant är att finna, att de fyra i A- och B-proven mest dominerande arterna även här inta de fyra främsta platserna, om än ordningsföljden emellan dem är en annan. Först komma de två collembolerna, sedan de två oribatiderna. Här är dock att märka att abundanstalet för *Oppia neerlandica* anger endast fullbildade exemplar; om dess ungdomsstadier kunde medräknas torde abundansen bli åtminstone tre gånger större, varigenom arten skulle komma på första plats. Konstansen är hög, i ett fall, *Isotoma minor*, 100 %. Denna art finns alltså i alla prov oberoende av deras storlek. Av övriga 8 arter tillhöra 5 de dominerande i A och B eller bara i B. Den genomsnittliga abundansen är betydligt högre, ofta flera gånger, än i A och B. En mycket stor avgång av exemplar måste därför ha skett under behandlingen med trattapparater, och utan tvivel beror denna på att djuren torka ihjäl. Detta bestyrks av de siffror, som AGRELL (1941 s. 107) lämnar över vissa arters resistens mot uttorkning. Av här förekommande arter höra *Isotoma minor* och *Tullbergia krausbaueri* till de av AGRELL prövade. I 55—62% relativ luftfuktighet och + 19—21° temperatur dör den förra efter 5—9 min., den senare efter 5—7 min. En *Onychiurus affinis* närstående art, *O. absoloni* Börn., har en resistenstid av 5—6 min. De äro alltså oerhört känsliga för uttorkning och det förefaller därför helt naturligt, att många exemplar inte hinna ut ur substratet innan uttorkningen överskridit den kritiska punkten. Det förefaller också klart, att uttorkningen inte sker likformigt genom hela provet. Humusen innehåller ju bl. a. förnaelement i olika stadier av förmultning och talrika svampmycel, vilka kunna vara koncentrerade till täta hopar. Inuti dessa hittar man ofta smådjur av skilda slag, i mycelhopar, kvistar, barr, knoppar, grässtrån, mosstjälkar etc. Ofta torde dessa element torka ut långsammare än den övriga humusen, och när fuktighetsgraden i dem sjunkit så lågt att de inneslutna djuren emigrera, möta dessa en fuktighet som är

så låg att vidare framträngande förhindras och djuren dö. Detta är ju bara ett tankeexperiment, men förloppet förefaller mig troligt.

Denna granskning synes mig klart visa, att t. o. m. dessa ytterst små prov äro tillräckliga för att ge en uppfattning om de individrikaste arternas förekomst. Beträffande dessas abundans ge de en ojämförligt mera verklighetstrogen bild än de med trattapparat behandlade proven. Konstanstalen bli däremot i allmänhet för låga, varför en annan gruppindelning än den vanliga blir nödvändig för denna provstorlek. Hur denna lämpligen bör utformas kan dock inte avgöras med ledning av föreliggande material, ej heller hur många prov man minst bör ha från varje provyta. Slutligen kunna dessa prov, som ovan framhållits, ej ge en tillräckligt fyllig bild av faunans kvalitativa sammansättning.

Tratten som felkälla

En felkälla, som hittills icke beaktats inom markfaunaforskningen, är det förhållandet, att en del av de djur som lämna substratet och falla ned genom sället stanna kvar på trattens insida och sålunda aldrig komma ned i spritskålen under trattpipen. För att få en uppfattning om i hur stor utsträckning detta sker har förfarits på följande sätt. Sedan djuren slutat komma ut ur proven ha nya spritskålar satts under trattarna, varpå dessas insida försiktigt och noggrant sopats med en hönspenna, från övre kanten ned genom pipen. Därvid hamnade alltid en större eller mindre mängd djur i skålarna, samtliga döda och mer eller mindre hoptorkade (tab. 6). Av tabellen framgår, att olika djurgrupper i mycket växlande grad stannat kvar i tratten. Av gamasiderna, som i allmänhet äro livliga och relativt stora djur (se tab. 4), ha alla exemplar passerat trattarna. Tjockhudade oribatider och övriga

Tab. 6. I trattarna kvarstannade djur i % av de olika gruppernas totalsummor.
Die in den Trichtern verbliebenen Tiere, in Prozenten der Gesamtzahlen der verschiedenen Gruppen ausgedrückt.

	A						B					
Prov nr Probe N:r	1	2	3	4	5	Med.	1	2	3	4	5	Med.
Gamasider.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trombidiider.....	12,5	17,6	39,4	24,4	10,5	20,9	8,4	4,5	23,4	27,4	8,9	14,5
Tjockhudade oribatider. Dickhäutige Oribatiden	0,9	0,6	2,3	0,8	0,7	1,1	0	0	0	0	2,2	0,4
Tunnhudade oribatider. Dünnhäutige Oribatiden	44,4	26,7	32,2	28,7	34,0	33,2	17,5	4,2	0	3,3	5,5	6,1
Collembola.....	18,7	1,6	6,6	10,0	2,3	7,8	0	1,5	0,3	0,7	0,8	0,7
Övriga leddjur.....	1,7	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0
Övriga Gliedertiere												
Totalsummor.....	17,3	11,9	18,6	10,8	12,8	14,3	7,4	3,3	6,8	6,9	5,0	5,9

leddjur» ha endast i mycket ringa utsträckning blivit kvar, och collembolerna, vilka i likhet med gamasiderna vanligen röra sig snabbt, ha också till största delen kommit ned i skålarna. Av de små trombidierna och tunnhudade oribatiderna har däremot en avsevärd del stannat kvar, i A-proven $\frac{1}{5}$ av de förra och $\frac{1}{3}$ av de senare, i B-proven en mindre del. Totalsummorna visa en markant skillnad mellan A- och B-proven. I A ha i medeltal 14,3 % blivit kvar, i B endast 5,9 %. Även i detta avseende äro alltså de mindre B-proven överlägsna de större A-proven.

Utdrivningstid

Förloppet av djurens utvandring ur substratet har inte studerats i detalj vid detta tillfälle. De stora dragen gestalta sig på följande sätt.

Under behandlingstiden avlästes temperatur och relativ luftfuktighet i laboratoriet tre gånger dagligen, ungefär kl. 9, 12 och 15. Temperaturen växlade därvid mellan 15,3° och 18,4°, fuktigheten mellan 52,8 och 68 %. Endast vid två avläsningar var fuktigheten under 60 %, nämligen 56 resp. 52,8 %.

Då trattarna sopades först efter det att djuren slutat komma fram ur proven, avse efterföljande siffror endast de djur, som hamnat direkt i sprit-skålarna. De större A-proven voro klara efter 3 dygn; under tredje dygnet utvandrade 0,3—29,9 % av faunan. De mindre B-proven blevo däremot färdigvittjade på 2 dygn; 0,7—12,6 % av faunan kommo här fram under andra dygnet. Endast i ett fall kommo 5 st. *Tectocephus*-nymfer under tredje dygnet. Hur de olika djurgrupperna reagerade har intet direkt intresse i detta sammanhang, men det kan nämnas att i B-proven alla collemboler utvandrade redan under första dygnet (utom det stora antal, som torkade ihjäl i proven!), likaså alla gamasider och trombidiider med undantag av ett prov för vardera gruppen. De tröga oribatiderna höllo sig kvar längst.

Slutord

Trots att de här behandlade proven äro relativt få anser jag att de klart visa att man inte kan lita enbart till trattapparatmetoden, när det gäller kvantitativ insamling av markens smärre leddjur. Lösningen av insamlingsproblemet torde bli att man får arbeta med en kombination av olika metoder, lämpade dels efter de olika djurformernas individstorlek, dels efter deras sätt att reagera mot förändringar i miljöförhållandena. Detta är så mycket nödvändigare som man ju måste ta hänsyn även till andra djur än leddjuren. Preliminärt kan följande schema uppställas:

1. För större djur (dagmaskar, mollusker, leddjur överstigande en längd av ca 1—2 mm) tagas prov på förslagsvis $\frac{1}{2}$ m² yta, vilka plockas igenom för hand eller först sällas då substratet lämpar sig härför.

2. För större och mera tjockhudade kvalster och smärre insekter (med undantag av collemboler) tagas ca 20 cm³ stora prov, vilka behandlas med trattapparater med eller utan elektrisk lampa beroende på substratets och lokalens natur.

3. För övriga smådjur måste metoder användas, vilka icke bygga på uttorkning. Hur man härvid skall förfara är det ännu för tidigt att yttra sig om, den eller de lämpligaste metoderna måste utarbetas på experimentell väg. Man kan tänka sig utdrivning av djuren med någon speciell vätska eller gas. Innan detta problem är löst kan markfaunaforskningen inte komma vidare.

Litteratur

- AGRELL, I. 1941. Zur Ökologie der Collembolen. Untersuchungen im schwedischen Lapp-land. — Opusc. Ent. Suppl. III.
- BORNEBUSCH, C. H. 1930. The fauna of forest soil. — Köpenhamn.
- BROCKMANN-JEROSCH, H. 1907. Die Flora des Puschlav und ihre Pflanzengesellschaften. — Die Pflanzenges. d. Schweizeralpen. I. Leipzig.
- FORSSLUND, K. H. (1943) 1944. Studier över det lägre djurlivet i nordsvensk skogsmark. (Studien über die Tierwelt des nordschwedischen Waldbodens.) — Meddel. St. Skogsförsöksanst. 34: 1.
- 1945. Sammanfattande översikt över vid markfaunaundersökningar i Västerbotten påträffade djurformer. (Zusammenfassende Übersicht über bei Waldbodenfauna-untersuchungen in Västerbotten (Nordschweden) angetroffene Tiere.) — Meddel. St. Skogsförsöksanstalt. 34: 5.
- GHILAROV, M. S. 1941. Methoden zur quantitativen Aufnahme der Bodenfauna. — Pedology nr 4.
- 1944. Correlation between size and number of soil animals. — C. R. (Dohlady) Ac. Sci. URSS. XLIII: 6.
- KROGERUS, R. 1932. Über die Ökologie und Verbreitung der Arthropoden der Trieb- sandgebiete an den Küsten Finnlands. — Acta Zool. Fenn. 12.
- PALMGREN, P. 1930. Quantitative Untersuchungen über die Vogelfauna in den Wäldern Südfinnlands. — Acta Zool. Fenn. 7.
- RENKONEN, O. 1938. Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. — Ann. Zool. Soc. Zool. — Bot. Fenn. Vanamo. 6. 1.
- 1944. Die Carabiden- und Staphylinidenbestände eines Seeufers in SW-Finnland. Ein Beitrag zur Theorie der statistischen Insektensynökologie. — Ann. Ent. Fenn. 10.
- THORSON, G. 1946. Technique and future work in arctic animal ecology. — Meddel. Grönl. 144: 4.
- ULRICH, A. T. 1933. Die Macrofauna der Waldstreu. — Mitt. Forstwirtschaft. Forstwiss.

Zusammenfassung

Über die Einsammlungsmethodik bei Untersuchungen der Bodenfauna

Während der letzten etwa 25 Jahre sind automatische Einsammelungsapparate bei quantitativen Untersuchungen über Bodenfauna in grossem Umfang benutzt worden. Die Effektivität dieser Apparate ist jedoch nie näher untersucht worden. Diese Frage ist aber sehr wichtig, und Verf. hat daher einen Versuch gemacht, darüber einigermassen zur Klarheit zu kommen. Gleichzeitig wurde ein Vergleich zwischen zwei verschiedenen Probegrössen gemacht.

Untersuchungsgebiet. Versuchspark Svartberget, Kirchsp. Degerfors, Prov. Västerbotten in Nordschweden. Ziemlich gut geschlossener Fichtenwald mit eingesprengten Kiefern und Laubbäumen. In der Feldschicht dominieren *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis idaea*. Die Bodenschicht besteht aus deckenden Moosen, in erster Linie *Hylocomium splendens*. Der Humustyp ist fibröser Mor (= Rohhumus), die Tiefe der Humusdecke ist 3,5—5 cm, pH za 4—5,3 in der F-Schicht, 3,8—4 in der H-Schicht.

Methodik. Aus einem Humusstück wurden Proben drei verschiedener Grössen ausgeschnitten: 1) 100 cm³ (unten A-Proben genannt), 2) 24 cm³ (B-Proben), 3) 1 cm³ (C-Proben). A-Proben wurden mit grösseren, B-Proben mit kleineren Trichterapparaten behandelt. Die C-Proben wurden direkt in Glastöpfe mit Alkohol überführt und ihr Tierbestand mit Hilfe eines Präpariermikroskops herausgenommen. Von A- und B-Proben wurden je 5 Stück untersucht, von C-Proben je 5 Stück aus dem obersten Teil der Humusdecke (C 1-Proben) und 4 Stück aus ihrem untersten Teil (C 2-Proben).

Quantitativer Vergleich der Proben. Eine Übersicht über die Abundanz der Tiere in den verschiedenen Probetypen wird in Tab. 2 gegeben. Nur die Arthropoden sind berücksichtigt worden. Die Oribatiden sind in dick- und dünnhäutige aufgeteilt: zu den ersteren sind Imagines, zu den letzteren alle Jungformen sowie Ex. von den Gattungen *Palaeacarus* und *Brachychthonius* und auch zwei Arten der *Acaridiae* gerechnet.

Die Fauna der A-Proben umfasst im Mittel 15 Ex. pro cm³. Die Acariden machen etwa 71 %, die Collembolen 27 % aus. Die dünnhäutigen Oribatiden überwiegen über die dickhäutigen mit nur gut 1 Ex. pro cm³.

Die B-proben enthalten im Mittel etwa 6 Ex. pro cm³ mehr als die A-Proben. Die Acariden weisen die grösste Zunahme auf, was vor allem darauf beruht, dass kleine Trombidiiden und dünnhäutige Oribatiden in grösseren Mengen vorkommen.

In den C-Proben (Tab. 3) sind die Individuenzahlen bis auf eine Probe grösser als die Maximalzahlen der A- und B-Proben. Im Mittel kommen hier 58,3 Ex. pro cm³ vor. Die Mittelzahl der A-proben ist nur etwa $\frac{1}{4}$, der B-Proben etwa $\frac{1}{3}$ von der C-Proben, was auch so ausgedrückt werden kann, dass das Verlustprozent der A-Proben 74, der B-Proben 64 ist. Die Collembolen, die dünnhäutigen Oribatiden und die »übrigen Arthropoden« haben die grössten Verluste erlitten.

Das Verhältnis zwischen dünn- und dickhäutigen Oribatiden ist in den C-Proben ungefähr 1:4, in den Trichterproben 1: höchstens 2.

Um ein anderes Mass für den Tierbestand als die Individuenzahl zu erhalten, wurde ein Versuch gemacht, das Volumen der Tiere zu berechnen (wegen des schnellen Austrocknens der Bodentiere ist es weniger geeignet, das Gewicht festzustellen). Zuerst wurde das Tiermaterial in verschiedene Körperformengruppen aufgeteilt. Innerhalb jeder Gruppe wurde ein Ex. mit Hilfe eines Okularmikrometers in verschiedenen Richtungen gemessen. Auf Basis der dabei erhaltenen Masse wurde dann ein stark vergrössertes Modell aus Modellierton gemacht, dessen Volumen durch Versenkung in Wasser in einem Messglas bestimmt wurde. Nachdem man die Länge der übrigen Ex. gemessen hat, kann ihr Volumen gemäss der

nachstehenden Formel bestimmt werden: $\frac{v_1}{l_1^3} \cdot l_2^3 = v_2$, wo v_1 und l_1 das

Volumen und die Länge des Modells, v_2 und l_2 das Volumen und die Länge des dem Volumen nach zubestimmenden Exemplares bezeichnen. — Die Formen-gruppentypen dieses Materials sind auf S. 8 angegeben.

Die Volumbestimmungen sind in Tab. 4 wiedergegeben. Das durchschnittliche Verlustprozent der A- und B-Proben ist hier viel kleiner, was seine Erklärung in der Spalte über das Mittelvolumen der Tierexemplare erhält. Dieses Volumen steigt mit zunehmender Probegrösse. Daraus dürfte hervorgehen, dass vor allem die kleinen Tierformen bei der Behandlung mit Trichterapparaten zugrunde gehen und daher in den diesbezüglichen Proben stark unterrepräsentiert werden. Daneben ist es selbstverständlich von Bedeutung, dass die grösseren Proben mehr grosse Tiere als die kleineren enthalten können.

Qualitativer Vergleich der Proben. Wegen Schwierigkeiten der Bestimmung können nur die Gamasiden, Oribatiden (inkl. 2 *Acarididae*-Arten) und Collembolen verglichen werden. Von diesen Gruppen sind 68 Arten angetroffen worden, von denen 47 Arten den Probetypen A und B gemeinsam sind. Die A-Proben enthalten im Mittel 37,8, die B-Proben 27,4 Arten pro Probe. Die Arten, die nur in einer der Probetypen vorkommen, treten jedoch akzidentell und vereinzelt auf und spielen daher keine Rolle für die Charakterisierung der Fauna. — Die C-Proben sind selbstverständlich zu klein für eine qualitative Beurteilung. Die C1-Proben haben im Mittel 12,2, die C2-Proben 8 Arten pro Probe.

Für 22 Arten ist die Konstanz dieselbe in den A- und den B-Proben. Die übrigen Arten sind meistens etwas konstanter in A als in B, aber gewöhnlich nicht viel, so dass man sagen kann, dass mehr als 90 % der Arten ungefähr dieselbe Konstanz in den beiden Probetypen haben.

50 Arten gehören in sämtlichen Proben den zwei niedrigsten Abundanzgruppen an, sie kommen also vereinzelt bis spärlich vor und sind niemals dominierend. Die übrigen sind dominierend in wenigstens einer oder einigen Proben (Tab. 5). Von besonderem Interesse sind folgende 5 Arten: *Brachychthonius simplex* Forssl., *Oppia neerlandica* Oud., *Willemia anophthalma* Börn., *Onychiurus affinis* Ågren und *Isotoma minor* Schöff. Sie sind die individuenreichsten Arten mit 100 % Konstanz sowohl in A als in B und sind dominierend in sämtlichen Proben (siehe S. 14).

Aus dem Gesagten dürfte hervorgehen, dass die kleineren B-Proben ein ebenso gutes Bild von der Zusammensetzung der Fauna geben wie die grösseren A-Proben. Betreffs der Abundanz geben sie sogar ein besseres Resultat.

Auch in den kleinen C-Proben nehmen die in den A- und B-Proben individuen-

reichsten Arten die ersten Plätze ein. Hier ist jedoch zu bemerken, dass die Abundanzzahl der *O. neerlandica* nur erwachsene Individuen umfasst; mit den jetzt unbestimmbaren Nymphen ist die Art sicher die individuenreichste. Die Abundanz ist hier viel höher als in A und B. Zweifellos beruht dies darauf, dass sehr viele Tiere beim Austrocknen der Proben in den Trichterapparaten getötet werden. Die Resistenz der meisten Bodentiere gegen niedrige Luftfeuchtigkeit dürfte sehr gering sein (vgl. z. B. AGRELL 1941 S. 107).

Der Trichter als Fehlerquelle. Nicht alle Tiere, die durch das Sieb fallen, gelangen in die Spiritusschale. Ziemlich viele bleiben an der Innenseite des Trichters sitzen. Dies gilt vor allem von den Trombididen und den dünnhäutigen Oribatiden (Tab. 6). Man kann diese z. B. durch vorsichtiges Fegen mit einer Hühnerfeder in die Schale bringen.

Auslesezeit. Die A-Proben waren nach 3 Tagen, die B-Proben nach 2 Tagen ausgelesen. Die Temperatur war während der Versuchszeit 15,3—18°, die relative Luftfeuchtigkeit 52,8—68 %.

Schlusswort. Es dürfte klar sein, dass man bei Bodenfaunauntersuchungen mit Hilfe der Trichterapparate keine zuverlässigen quantitativen Resultate erhält. Diese Methode muss durch andere Methoden, die sich nicht auf das Austrocknungsprinzip gründen, ergänzt werden, um so mehr als man auch andere Tiere (Würmer, Rotatorien u. a.) als die Gliedertiere berücksichtigen muss. Welche Methoden hierbei die geeignetsten sind, muss experimentell untersucht werden.